

|  |  |  |
|--|--|--|
| (51) 国際特許分類<br>H01S 3/133  | AI   | (11) 国際公開番号<br><br>WO99/14832<br><br>(43) 国際公開日<br><br>1999年3月25日 (25.03.99) |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP97/03260<br>(22) 国際出願日 1997年9月16日 (16.09.97)<br>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)<br>株式会社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]<br>〒101 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP)<br>株式会社 日立マイコンシステム<br>(HITACHI MICROCOMPUTER SYSTEM, LTD.) [JP/JP]<br>〒187 東京都小平市上水本町5丁目22番1号 Tokyo, (JP)<br>(72) 発明者; および<br>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)<br>羽田 誠 (HANEDA, Makoto) [JP/JP]<br>〒370 群馬県高崎市石原町478番地9 Gunma, (JP)<br>堀 洋明 (HANAWA, Hiroaki) [JP/JP]<br>〒191 東京都日野市豊田1丁目27番1号 Tokyo, (JP)<br>(74) 代理人<br>弁理士 玉村 静世 (TAMAMURA, Shizuyo)<br>〒271 千葉県松戸市松戸1333番地1<br>コスモ松戸ステーションスクエア209号 Chiba, (JP) | (81) 指定国 CA, CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).<br>添付公開書類<br>国際調査報告書 |  |

(54) Title: OPTICAL TRANSMISSION DEVICE AND METHOD FOR DRIVING LASER DIODE

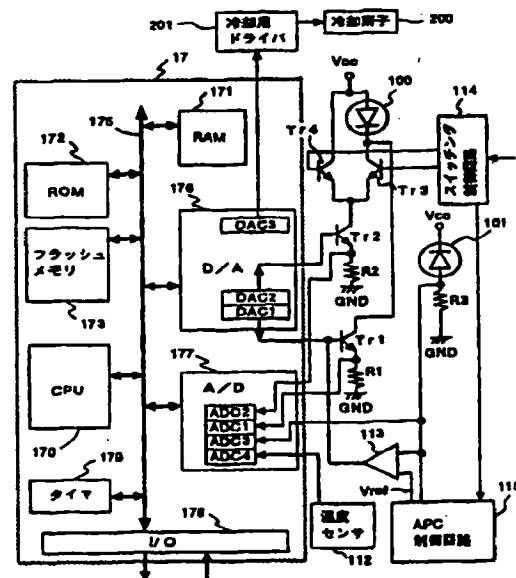
(54) 発明の名称 光伝送装置及びレーザダイオードの駆動方法

## (57) Abstract

An optical transmission device which fetches drive control data corresponding to a temperature detected by a temperature detector (112) from a memory means (173), and controls a drive current to be fed to a laser diode (100) on the basis of the drive control data. The optical transmission device measures a drive current actually fed to the laser diode, the light emitting intensity of which is made constant by automatic optical output control circuits (115, 113), and updates the drive control data relating to the temperature on the memory means, when a difference between the measured drive current and a drive current determined by the drive control data according to the detected temperature exceeds an allowable range, so that the difference thus obtained may be designated as the individual increments of a bias current and a modulated current. For deciding the deterioration of the laser diode, the progress of the laser diode deterioration is decided on the basis of the difference between the drive current designated

by the drive control data according to a newly measured temperature, and the actual drive current produced by an automatic optical output control. Thus, the drive control data corresponding to an ambient temperature can be updated by reliably discriminating whether the increase in the drive current by the automatic optical output control is caused by the deterioration of the laser diode or by the change in the temperature.

- 112 ... Temperature Sensor  
 114 ... Switching Control Circuit  
 115 ... APC Control Circuit  
 173 ... Flash Memory  
 179 ... Timer  
 200 ... Cooling Element  
 201 ... Cooling Driver



(57)要約

光伝送装置は、温度検出回路（１１２）で検出された温度に対応する駆動制御データを記憶手段（１７３）から取得し、その駆動制御データに基づいてレーザダイオード（１００）に供給すべき駆動電流を制御し、また、自動光出力制御回路（１１５，１１３）によって発光強度一定にされたレーザダイオードに実際に供給される駆動電流を計測すると共に、計測された駆動電流とその時の検出温度に応ずる駆動制御データによって決まる駆動電流との差分が許容範囲を越えるとき、前記駆動電流の差分をバイアス電流と変調電流の夫々の増分として規定するように前記記憶手段上の当該温度に係る駆動制御データを更新する。レーザダイオードの劣化判定に当たって、新たに計測された温度に応ずる駆動制御データによって規定される駆動電流と、自動光出力制御によって形成されている実際の駆動電流との差分に基づいてレーザダイオードの劣化の進行を判定するから、自動光出力制御による駆動電流の増加が、レーザダイオードの劣化によるものか、周囲温度の変化によるものかを確実に区別して、当該温度に対応する駆動制御データを更新することができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

|    |              |    |         |    |                   |    |            |
|----|--------------|----|---------|----|-------------------|----|------------|
| AE | アラブ首長国連邦     | ES | スペイン    | LI | リヒテンシュタイン         | SG | シンガポール     |
| AL | アルバニア        | FI | フィンランド  | LK | スリ・ランカ            | SI | スロヴェニア     |
| AM | アルメニア        | FR | フランス    | LR | リベリア              | SK | スロヴァキア     |
| AT | オーストリア       | GA | ガボン     | LS | レソト               | SL | シエラ・レオネ    |
| AU | オーストラリア      | GB | 英国      | LT | リトアニア             | SN | セネガル       |
| AZ | アゼルバイジャン     | GD | グレナダ    | LU | ルクセンブルグ           | SZ | スワジランド     |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GE | グルジア    | LV | ラトヴィア             | TD | チャード       |
| BB | バルバドス        | GH | ガーナ     | MC | モナコ               | TG | トーゴ        |
| BE | ベルギー         | GM | ガンビア    | MD | モルドヴァ             | TJ | タジキスタン     |
| BF | ブルキナ・ファソ     | GN | ギニア     | MG | マダガスカル            | TM | トルクメニスタン   |
| BG | ブルガリア        | GW | ギニア・ビサウ | MK | マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国 | TR | トルコ        |
| BJ | ベナン          | GR | ギリシャ    | ML | マリ                | TT | トリニダード・トバゴ |
| BR | ブラジル         | HR | クロアチア   | MN | モンゴル              | UA | ウクライナ      |
| BY | ベラルーシ        | HU | ハンガリー   | MR | モーリタニア            | UG | ウガンダ       |
| CA | カナダ          | ID | インドネシア  | MW | マラウイ              | US | 米国         |
| CF | 中央アフリカ       | IE | アイルランド  | MX | メキシコ              | UZ | ウズベキスタン    |
| CG | コンゴ          | IL | イスラエル   | NE | ニジェール             | VN | ヴェトナム      |
| CH | スイス          | IN | インド     | NL | オランダ              | YU | ユーゴスラビア    |
| CI | コートジボワール     | IS | アイスランド  | NO | ノルウェー             | ZA | 南アフリカ共和国   |
| CM | カメルーン        | IT | イタリア    | NZ | ニュージーランド          | ZW | ジンバブエ      |
| CN | 中国           | JP | 日本      | PL | ポーランド             |    |            |
| CU | キューバ         | KE | ケニア     | PT | ポルトガル             |    |            |
| CY | キプロス         | KG | キルギスタン  | RO | ルーマニア             |    |            |
| CZ | チェコ          | KP | 北朝鮮     | RU | ロシア               |    |            |
| DE | ドイツ          | KR | 韓国      | SD | スーダン              |    |            |
| DK | デンマーク        | KZ | カザフスタン  | SE | スウェーデン            |    |            |
| EE | エストニア        | LC | セントルシア  |    |                   |    |            |

## 明 細 書

## 光伝送装置及びレーザダイオードの駆動方法

## 5 技術分野

本発明は、レーザダイオードを有する光伝送装置、更にはレーザダイオードの駆動方法に係り、詳しくは、経年変化によるレーザダイオードの特性劣化に対してもレーザダイオードの駆動電流を最適化する技術に関するものであり、例えばデジタル光通信システムに適用して有効な技術に関するものである。

## 背景技術

レーザダイオードは駆動電流が発振閾値電流（単に閾値電流と称する）を越えると発光し、発光強度は、閾値電流を越えた分の変調電流に比例する。レーザダイオードの発光動作の応答速度を高速化するために、前記閾値電流若しくはその近傍の電流をバイアス電流として常時流しておき、データ信号に対応されるパルス電流として前記変調電流を、そのバイアス電流に重畳して流すことにより、光パルスを生成することができる。

光通信を安定に行なうには、発光時の光強度が一定であることが必要である。このとき、レーザダイオードの発光特性は温度に大きく依存する。すなわち、閾値電流は温度が高くなるに従って大きくされ、また、所定の発光強度を得るために必要な変調電流も温度が高くなるに従って大きくされる。また、レーザダイオードの発光特性は経年変化により劣化し、使用期間が長くなるに従って、閾値電流が大きくなり、所定の発光強度を得るために必要な変調電流も大きくなる。しかも、温度や経

年変化に応じた上記特性変化は閾値電流と変調電流との間で相違する。

そのような特性変化に対し、レーザダイオードに対設されたフォトダイオードの電流からレーザダイオードの発光強度の平均レベルを検出し、この検出レベルの低下相当分だけバイアス電流を増加させることで、  
5 一定の発光強度を得ることができるようにしたオートパワーコントロール技術が従来採用されている。この技術について記載された文献の例としては特開平 8 - 2 0 4 2 6 8 号公報がある。

しかしながら、上記従来技術では、バイアス電流だけを変化させ、変調電流については制御していない。このため、バイアス電流が閾値電流  
10 を越えれば、消光不良を生じ、逆にバイアス電流が閾値電流に比べて小さ過ぎれば消光遅延を生じる。要するに上記従来技術は、温度変化や経年変化によるレーザダイオードの閾値電流及び一定発光強度を得るための変調電流の変化に対して、バイアス電流と変調電流の総和だけを制御するに過ぎない。

15 一方、温度に応じた閾値電流と一定の発光強度を得るための変調電流との変化の双方に着目して、レーザダイオードの駆動電流を制御する技術が特開平 6 - 6 1 5 5 5 号公報に記載されている。すなわち、レーザダイオードの各動作温度毎に最適なバイアス電流と変調電流との比率を規定した電流比制御データを R O M などに用意し、レーザダイオード  
20 の動作温度の検出結果に従って電流比制御データを R O M から読み出し、オートパワーコントロールされたレーザダイオードの駆動電流を参照し、この駆動電流に対して、前記電流比制御データに従って、バイアス電流と変調電流とを決定するものである。

しかしながら、上記従来技術は経年変化によるレーザダイオードの特性劣化については考慮されていない。本発明者の検討によれば、オート  
25 パワーコントロールによる駆動電流の増分が、周囲温度の変化によるも

のか、或いはレーザダイオードの経年変化による特性劣化によるものを区別しなければ、バイアス電流及び変調電流の双方を最適化するの難しいことが明らかにされた。

更にレーザダイオードの劣化に付随して出力光の波長も変動する。これは、レーザダイオードが劣化して必要な光出力を得るための駆動電流が増大することにより、レーザダイオードの活性層の温度が上昇し、出力波長が長波長側にシフトするために生ずる。活性層の温度を下げれば光出力波長は短波長側にシフトする。このような波長の変動は、例えば波長多重伝送を行なうシステムにおいて伝送信号の認識誤りを生じさせる。

本発明の目的は、光による情報伝送の信頼性を向上させることができる光伝送装置を提供することにある。

本発明の別の目的は、周囲温度の変化及び経年変化によるレーザダイオードの特性劣化に対して消光不良及び発光遅延を最小限に抑えて光出力を一定に維持することができる光伝送装置を提供することにある。

本発明の更に別の目的は、周囲温度の変化及び経年変化によるレーザダイオードの特性劣化に対して消光不良及び発光遅延を最小限に抑えてレーザダイオードを駆動する方法を提供することにある。

本発明のその他の目的は、発光出力波長の変化を緩和することができる光伝送装置を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明に係る光伝送装置は、レーザダイオードと、前記レーザダイオードにバイアス電流と当該バイアス電流に重畳される変調電流とを駆動電流として供給する電流供給回路と、前記レーザダイオードの発光強度が一定になるように前記駆動電流の不足を補う自動光出力制御回路

と、前記レーザダイオードの周囲温度を検出する温度検出回路と、所定の発光強度を得るのに必要な変調電流とバイアス電流とを決定するための駆動制御データが所定の温度毎に格納される記憶手段と、前記温度検出回路で検出された温度に対応する駆動制御データを前記記憶手段から取得し、取得した駆動制御データに基づいて前記電流供給回路からレーザダイオードに供給すべき駆動電流を制御し、また、前記自動光出力制御回路によって発光強度一定にされたレーザダイオードに実際に供給される駆動電流を計測すると共に、計測された駆動電流とその時の検出温度に応ずる駆動制御データによって決まる駆動電流との差分が許容範囲を越えるか否かを検出し、許容範囲を越えたとき、前記駆動電流の差分をバイアス電流と変調電流の夫々の増分として規定するように前記記憶手段上の当該温度に係る駆動制御データを更新する制御手段とを含む。

前記駆動電流の増分の許容範囲とは、例えば、ある温度における駆動制御データによって形成される駆動電流に対して、自動光出力制御が行なわれたとき、消光不良や発光遅延が実質的に問題にならない範囲であり、例えばその数%程度の電流として規定することができる。

上記手段によれば、検出温度に対応した駆動制御データを用いてレーザダイオードの駆動電流を制御する。レーザダイオードの劣化判定に当たって、更にレーザダイオード周囲の温度を計測し、新たに計測された温度に応ずる駆動制御データによって規定される駆動電流と自動光出力制御によって形成されている実際の駆動電流との差分が許容値を越えているか否かを判定し、越えている場合に、レーザダイオードの劣化が進行していると判定する。したがって、自動光出力制御による駆動電流の増加が、レーザダイオードの劣化によるものか、周囲温度の変化によるものかは、確実に区別される。レーザダイオードの劣化判定に用い

た前記駆動電流の差分に基づいて、当該温度に対応する駆動制御データを更新する。駆動制御データが更新された後は、当該更新された駆動制御データを用いてレーザダイオードの駆動電流を制御する。これにより、  
5 周囲温度の変化及び経年変化によるレーザダイオードの特性劣化の双方に対して、消光不良及び発光遅延を最小限に抑えて光出力を一定に維持することができる。

一旦駆動制御データが更新されると、当該温度下での駆動電流は更新された駆動制御データで決まるバイアス電流及び変調電流とされる。その後のレーザダイオードの劣化検出は、当該更新された駆動制御データ  
10 で決定される駆動電流と自動光出力制御による駆動電流との差分が許容値を越えているか否かを判定することによって行なう。このように、レーザダイオードの劣化の進行が検出されると、先に格納されていた駆動制御データは、新たに取得された補正量を規定する情報を含む駆動制御データに更新され、その後は、更新された補正駆動制御データによっ  
15 てレーザダイオードの駆動電流が決定される。

前記駆動制御データは、バイアス電流と変調電流とを所定の温度毎に初期的に決定するための初期データと、後から初期データに追加される補正データとから構成することができる。このとき、前記補正データは、前記駆動電流の差分をバイアス電流と変調電流との夫々の増分として  
20 て規定するためのデータとすることができる。更に詳しくは、前記制御手段は、前記駆動電流の差分データと、当該駆動電流の差分を1よりも小さな定率倍して得られた値をバイアス電流の増分データとして前記補正データに含めることができる。このとき制御手段は、前記初期データと補正データとからレーザダイオードの駆動電流を決定する場合、初  
25 期データに含まれる初期的なバイアス電流データと補正データに含まれるバイアス電流の増分データとの和によってバイアス電流を決定し、

前記補正データに夫々含まれる駆動電流の差分データとバイアス電流の増分データとの差に前記初期データに含まれる初期的な変調電流データを加算して変調電流を決定することができる。

5 レーザダイオードの温度上昇に伴う波長変化を緩和するには、前記レーザダイオードを選択的に冷却可能な冷却素子を更に設け、前記制御手段は、初期駆動制御データによって規定される駆動電流又は補正駆動制御データと前記初期駆動制御データとによって規定される駆動電流に対して前記計測された駆動電流の差分が所定値に達する毎に、前記冷却素子にてレーザダイオードの周辺温度を所定温度つつ低下させることができる。

10

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る光伝送装置の一例を光トランシーバを中心に示すブロック図である。

15 第2図はインタフェースボードとして構成される光伝送装置の全体を概略的に示すブロック図である。

第3図は光トランシーバの詳細な一例を示す回路図である。

第4図はダイオードに変調電流をパルス状に流すためのスイッチング制御回路の一例を示す回路図である。

20 第5図は駆動制御データテーブルの一例を示す説明図である。

第6図はLDの駆動電流と発光強度との関係を示す説明図である。

第7図はLDの温度特性を示す説明図である。

第8図は一定の温度環境下におけるLDの駆動電流 $I_d$ に対する発光強度 $P_f$ の劣化寿命関係を示す説明図である。

25 第9図は駆動制御データテーブルを用いたLDの駆動制御と補正駆動制御データの生成手順を示すフローチャートである。



第10図はオートパワーコントロールによる駆動電流の増分 $\delta I_d$ とバイアス電流の増分 $\delta I_b$ との関係を例示した説明図である。

第11図はLDの駆動制御の遷移をLDの特性劣化の進行に従って示したフローチャートである。

5 第12図は冷却処理の詳細な一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

《光伝送装置》

10 第1図には光伝送装置の一実施例が光トランシーバを中心に示されている。同図に示される光伝送装置1には、光トランシーバ1Tと光レシーバ1Rが代表的に示されている。前記光トランシーバ1Tは、特に制限されないが、夫々個別に半導体集積回路化されたレーザダイオードモジュール10、ドライバ回路11、入力回路12及びマイクロコンピュータ17を備える。前記光レシーバ1Rは、夫々個別に半導体集積回路化されたピンフォトダイオード13、プリアンプ14、メインアンプ15、及び出力回路16を備える。

20 前記レーザダイオードモジュール10はレーザダイオード(LDとも記す)100とモニタ用のフォトダイオード(PDとも記す)101を有し、レーザダイオード100の光出力は光出力端子OPOUTに出力される。前記ピンフォトダイオード13は光入力端子OPINから光信号を受ける。入力回路12にはデータ入力端子DTINとクロック入力端子CLINに結合され、出力回路16はデータ出力端子DTOUTとクロック出力端子CLOUTに接続されている。

25 前記入力回路12はバッファメモリ120とD型フリップフロップ(F/F)等の入力バッファ121を有する。バッファメモリ120は端子CLINからのクロック信号に同期してデータ入力端子DTIN

からのデータ信号を順次格納する。バッファメモリ 120 に格納されたデータは、クロック入力端子 CLIN から供給されるクロック信号に同期して入力バッファ 121 に与えられ、波形整形されてドライバ回路 11 に供給される。

5       ドライバ回路 11 は LD ドライバ 110 とオートパワーコントロール回路 (APC) 111 を有する。LD ドライバ 110 は、LD 100 に、その閾値電流に応ずるバイアス電流を流し、入力バッファ 120 から供給されるデータ信号に応じて、LD 100 をオン/オフ制御するための変調電流を選択的に LD 100 に流す。

10       PD 101 は、LD 100 が出力する光を光電変換し、LD 100 の発光強度に応ずる電流を形成する。APC 111 は、前記 PD 101 に流れる電流に基づいて、LD 100 の発光強度が一定になるように、LD 100 に流す駆動電流を補助的に制御する。前記バイアス電流と変調電流とに対する基本的な制御はマイクロコンピュータ 17 が LD ドライバ 110 に対して行なう。その詳細については後述する。前記 LD 100 の光出力は光出力端子 OPOT から光ファイバ等の伝送路に与えられる。

前記ピンフォトダイオード 13 は伝送路から光入力端子 OPIN に供給された光信号を検出して受信信号電流に変換する。この受信信号電流は、  
20       プリアンプ 14 で電圧信号に変換される。変換された電圧信号はメインアンプ 15 に与えられる。メインアンプ 15 は、入力された電圧信号を ECL レベルまで増幅する。メインアンプ 15 の出力を受ける出力回路 16 は、タイミング抽出部 160、識別部 161 及びフリップフロップのような出力バッファ 162 を有する。タイミング抽出部 160  
25       は入力信号を 2 系統に分け、一方を遅延させ、これを他方と論理積を採り、例えば 155.52 MHz のクロック成分を含むパルスを生成する。

このパルスは図示を省略するSAW (Surface Acoustic Wave) フィルタにより155.52MHzのクロック成分のみが抽出され、それがリミット増幅されて、クロック信号が生成される。識別部161はメインアンプ15からの入力信号を十分に増幅し、波形の上部と下部をスライスした信号に整形する。出力バッファ162は前記スライスされた信号を前記クロック信号を用いて波形整形(パルス幅歪みの抑圧)を行なう。出力バッファ162の出力がデータ出力端子D T O U Tに与えられ、前記タイミング抽出部160で形成されたクロック信号がクロック出力端子C L O U Tに与えられる。

10 第1図に示される光トランシーバ1Tは、マイクロコンピュータ17を備える。このマイクロコンピュータ17は、特に制限されないが、光レシーバ1Rの制御にも利用される。

前記マイクロコンピュータ17は、特に制限されないが、CPU (Central Processing Unit: 中央処理装置) 170、RAM (Random Access Memory: ランダムアクセスメモリ) 171、ROM (Read Only Memory: リードオンリメモリ) 172、電氣的消去及び書き込み可能な不揮発性記憶装置の一例であるフラッシュメモリ173、及び入出力回路(I/O) 174などを有し、それらは内部バス175に結合されている。特に制限されないが、ROM 172は定数データ等を保有するマスクROMであり、RAM 171はCPU 170のワーク領域とされ、フラッシュメモリ173はCPU 170の動作プログラムや駆動制御データ等を書き換え可能に保有する。

25 マイクロコンピュータ17は、光伝送装置1を全体的に制御する回路である。LD 100の駆動制御データはフラッシュメモリ173に格納される。CPU 170は、LD 100を駆動して光伝送を行うとき、後述の温度センサ112で検出された温度に応ずる駆動制御データをフ

ラッシュメモリ 173 から読出し、読出したデータに基づいて LD ドライバ 110 による LD 100 の駆動制御を行う。すなわち、LD 100 の温度特性に基づいて作成されたデータテーブル（駆動制御データテーブル）をフラッシュメモリ 173 に用意し、CPU 170 は、LD 100 が必要とする光出力や温度等に応じて、当該 LD 100 の温度特性に即してその駆動電流を制御する。駆動電流の制御内容については後述する。その他に、マイクロコンピュータ 17 は前記プリアンプ 14 のゲインを切り換え制御したりする。

前記マイクロコンピュータ 17 は、マイクロコンピュータインタフェース端子（マイコンインタフェース端子とも称する）MCIF を介して光伝送装置内の図示を省略するプロトコルコントローラなどに接続され、送受信制御の指示などが与えられる。マイコンインタフェース端子 MCIF は、マイクロコンピュータ 17 のモード端子、及び入出力回路の所定のポートに接続される。

マイクロコンピュータ 17 はユーザプログラムモードのほかに例えばブートモードを有する。マイクロコンピュータ 17 にユーザプログラムモードが設定されると、CPU 170 はフラッシュメモリ 173 に格納されている動作プログラムを実行する。ブートモードは、フラッシュメモリ 173 をマイクロコンピュータ 17 の外部から直接書き換え可能にする動作モードである。マイクロコンピュータ 17 にブートモードが設定されると、入出力回路 174 はフラッシュメモリ 173 を外部から直接書き換え可能な信号入出力状態にされる。すなわち、ブートモードが設定されると、書き換え用の高電圧、プログラム信号、アドレス及びデータをマイコンインタフェース端子 MCIF を介して前記フラッシュメモリ 173 との間でやりとり可能になる。このブートモードを用いて、フラッシュメモリ 173 に前記駆動制御データを初期的に書き込んで、

5 たり、CPU 170の動作プログラムを書き込むことができる。更にフラッシュメモリ 173の書き換えも可能である。フラッシュメモリ 173へのデータ書き込み／書き換えは、マイクロコンピュータ 17のユーザプログラムモードでも可能にされ、CPU 170の制御により、フラッシュメモリ 173に書き込まれている駆動制御データを書き換えることができる。

10 第2図には光伝送装置の全体的なブロック図が示される。同図に示される光伝送装置は、特に制限されないが、ATM交換機等を構成する多数のインタフェースボードの内の1枚のインタフェースボードを構成する。前記光トランシーバ 1 T及び光レシーバ 1 Rは光ファイバにより光幹線網に接続される。光トランシーバ 1 T及び光レシーバ 1 Rの後段には、SUNI (Serial User Network Interface) 3が設けられており、SUNI 3における光トランシーバ 1 Tとの接続部ではデータのシリアル・パラレル変換を行い、SUNI 3における光レシーバ 1 Rとの  
15 接続部ではデータのパラレル・シリアル変換を行う。プロトコルコントローラ 4は、ATM (Asynchronous Transfer Mode : 非同期通信モード) をサポートする場合、データセルの組み立て／分解やデータセルの多重／分離を行なう。送信信号は、パラレル入力回路 6 及び送信バッファ 5 を介してプロトコルコントローラ 4 に与えられる。受信信号は、プロト  
20 コルコントローラ 4 から受信バッファ 7 を介してパラレル出力回路 8 に与えられる。パラレル入力回路 6 及びパラレル出力回路 8 は例えば図示を省略するインタフェースケーブルなどを介して別の交換機に接続される。

#### 《光トランシーバ》

25 第3図には前記光トランシーバ 1 Tの詳細な一例が示されている。前記LDドライバ 110は、LD 100に流すバイアス電流を決定するト

ランジスタ  $T_r 1$  と、 $LD 100$  に供給する変調電流を決定するトランジスタ  $T_r 2$  とを、電流源トランジスタとして備える。トランジスタ  $T_r 3$  ,  $T_r 4$  は  $LD 100$  に流す変調電流のオン／オフを制御するためのスイッチング用のトランジスタである。前記トランジスタ  $T_r 1 \sim T_r 4$  は  $n p n$  型のバイポーラトランジスタとされる。

前記トランジスタ  $T_r 3$  ,  $T_r 4$  は並列接続され、その共通エミッタが前記トランジスタ  $T_r 2$  のコレクタに接続され、当該トランジスタ  $T_r 2$  のエミッタは抵抗  $R 2$  を介して接地電圧  $GND$  に結合されている。前記トランジスタ  $T_r 3$  のコレクタには  $LD 100$  のカソードが結合され、当該  $LD 100$  のアノードと前記トランジスタ  $T_r 4$  のコレクタは電源電圧  $V_{cc}$  に共通接続されている。

前記トランジスタ  $T_r 3$  ,  $T_r 4$  のスイッチング制御回路  $114$  は、第4図にその詳細な一例が示されるように、トランジスタ  $T_r 5$  と  $T_r 6$  の直列回路と、トランジスタ  $T_r 7$  と  $T_r 8$  の直列回路とが電源電圧  $V_{cc}$  と接地電圧  $GND$  の間に配置されている。トランジスタ  $T_r 5 \sim T_r 8$  は  $n p n$  型バイポーラトランジスタとされる。トランジスタ  $T_r 6$  ,  $T_r 8$  のベースは所定の電圧でバイアスされ、トランジスタ  $T_r 5$  ,  $T_r 7$  の負荷抵抗として機能される。換言すれば、トランジスタ  $T_r 5$  と  $T_r 6$  の直列回路と、トランジスタ  $T_r 7$  と  $T_r 8$  の直列回路は、それぞれエミッタフォロア回路を構成し、トランジスタ  $T_r 5$  のエミッタが前記トランジスタ  $T_r 3$  のベースに、トランジスタ  $T_r 7$  のエミッタが前記トランジスタ  $T_r 4$  のベースに結合されている。

前記トランジスタ  $T_r 5$  ,  $T_r 7$  のベースは差動出力アンプ  $AMP$  の差動出力が供給され、その入力が反転されると、トランジスタ  $T_r 3$  と  $T_r 4$  のベース電位の状態が反転されるようになっている。アンプ  $AMP$  には前記セクタ  $121$  の出力が供給される。

前記トランジスタ  $T_r 3$  のベース電位が高レベルにされるとトランジスタ  $T_r 3$  は飽和状態に移行され、トランジスタ  $T_r 4$  のベースが高レベルにされるとトランジスタ  $T_r 4$  は飽和状態に移行される。トランジスタ  $T_r 3$  ,  $T_r 4$  の飽和状態への移行は相補的に行われ、これにより、トランジスタ  $T_r 3$  ,  $T_r 4$  が相補的にスイッチング動作されることにより、電流源トランジスタ  $T_r 2$  を介して  $LD 100$  にパルス状の変調電流が流されることになる。

第3図に示されるように、前記トランジスタ  $T_r 1$  はそのコレクタが前記トランジスタ  $T_r 3$  のコレクタに結合され、そのエミッタが抵抗  $R 1$  を介して接地電圧  $GND$  に結合されている。このトランジスタ  $T_r 1$  はそれに印加されるベース電圧に従って  $LD 100$  に閾値電流に相当するバイアス電流を流す。

前記  $PD 101$  は抵抗  $R 3$  に直列接続されて電源電圧  $V_{cc}$  と接地電圧  $GND$  との間に逆方法接続状態で配置されている。 $PD 101$  は  $LD 100$  から出力される発光強度に応じた電流を流す。

第3図において前記マイクロコンピュータ 17 の入出力回路 174 は、デジタル信号をアナログ信号に変換するデジタル・アナログ変換回路 ( $D/A$ ) 176、アナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換回路 ( $A/D$ ) 177、タイマ 179 及びその他の入出力回路 178 に分けて示されている。前記  $D/A$  176 は3個の  $D/A$  変換チャンネル  $DAC 1$  ,  $DAC 3$  を有し、 $A/D$  177 は4個の  $A/D$  変換チャンネル  $ADC 1 \sim ADC 4$  を有する。

$D/A$  変換チャンネル  $DAC 3$  は、 $CPU 7$  によってアクセスされる固有のレジスタを有し、後述する冷却用ドライバ 201 の駆動信号を出力する。 $D/A$  変換チャンネル  $DAC 1$  ,  $DAC 2$  は、 $CPU 170$  によってアクセスされる固有のレジスタを夫々が有し、対応するレジスタの値

をD/A変換して、トランジスタTr1, Tr2のベースバイアス電圧を出力する。特に制限されないが、前記D/A変換チャンネルDAC1, DAC2, DAC3は、8ビットのデジタル信号を256階調でアナログ信号に変換する。

- 5      上記により、光出力のオン/オフ制御に従ってトランジスタTr3に流されるべき変調電流は、CPU170によりD/A変換チャンネルDAC2に設定される駆動制御データによって決定される。LD100に流すべきバイアス電流は、CPU170によりD/A変換チャンネルDAC1に設定される駆動制御データによって決定される。
- 10      このように、CPU170は、D/A変換チャンネルDAC1, DAC2に設定する駆動制御データに従って、LD100に流すことができる変調電流とバイアス電流を個々に且つ任意に制御することができる。したがって、光伝送モジュール1の使用条件(使用雰囲気温度)に対してLD100等の温度特性に即したデータをCPU170がD/A変換
- 15      チャンネルDAC1, DAC2に設定することにより、換言すれば、そのときの使用環境温度におけるLD100の閾値電流相当のバイアス電流に対応するデータをD/A変換チャンネルDAC1に設定し、必要な発光強度をその温度下で得るために前記バイアス電流に加えられるべき変調電流に対応されるデータをD/A変換チャンネルDAC2に設定す
- 20      ることにより、消光誤差や発光遅延無くLD100を発光駆動することが可能になる。

- また、前記A/D変換チャンネルADC1~ADC4は、順次トランジスタTr1のエミッタ電圧、トランジスタTr2のエミッタ電圧、PD101のアノード電圧、温度センサ112の出力電圧の入力に割り当てられ、割り当てられた入力電圧に対するA/D変換結果をCPU170
- 25      によってアクセス可能に保持する夫々に固有のレジスタを有する。特に



制限されないが、前記A/D変換チャネルADC1～ADC4は、10ビットの変換精度を持っている。

5 これにより、CPU170は、トランジスタTr1に流れるバイアス電流、トランジスタTr2に流れる変調電流、PD201に流れる電流、温度センサ10の出力を、夫々必要に応じてA/D変換回路177を介してモニタすることができる。それら情報をCPU170がモニタする動作は、特に制限されないが、前記タイマ179からのタイマ割込みをCPU170が受け取る度に行なうことができる。

10 前記モニタPD101の出力はオートパワーコントロール(自動光出力制御)にも利用可能にされる。第1図に示されるAPC111は例えば第3図に示されるコンパレータ113及びAPC制御回路115によって構成される。すなわち、コンパレータ113は、LD100の実際の発光強度に応じてPD101に流れる電流に応じたアノード電圧を入力し、入力した電圧が所要の発光強度に応ずる参照電位Vrefよりも小さいか否かを判定し、その判定結果に応じた信号をD/A変換チャネルDAC1の出力信号に重畳してトランジスタTr1のベース電極に供給し、トランジスタTr1を介してLD100に流すバイアス電流を増減する。APC制御回路115は参照電位Vrefを形成する回路であり、LD100の発光強度に応じてPD101に流れる電流の平均値とそのときの前記アンプAMPの入力信号に対する平均値(マーク率)とに基づいて参照電位Vrefを形成する。特に制限されないが、オートパワーコントロールは、前記D/A変換チャネルDAC1の出力に基づくバイアス電流制御に対して補助的とされる。すなわち、D/A176の出力に基づくバイアス電流及び変調電流では追従させることのできない誤差を補う。

25

前記CPU170はA/D変換チャネルADC3を介してPD10

1のアノード電圧をモニタし、LD100の実際の発光強度を認識し、実際の発光強度が目標発光強度に対して低下した状態などを検出することができる。CPU170は、トランジスタTr1のエミッタ電圧をA/D変換チャネルADC1を介してモニタし、モニタした電圧を電流に換算し、換算された電流値とD/A変換チャネルDAC1を介してトランジスタTr1に流そうとするバイアス電流とを比較し、その相違に基づいて、バイアス電流の異常を検出することができる。同様にCPU170は、トランジスタTr2のエミッタ電圧をA/D変換チャネルADC2を介してモニタし、モニタしたエミッタ電圧を電流に換算し、換算した電流とD/A変換チャネルDAC2を介してトランジスタTr2に流そうとする変調電流とを比較し、その相違に基づいて、変調電流の異常を検出することができる。

また、CPU1710は、トランジスタTr1、Tr2のエミッタ電圧をA/D変換チャネルADC1、ADC2を介してモニタし、モニタした電圧を電流に換算することにより、実際にLD100に流れる駆動電流（バイアス電流と変調電流の合計）を計測する事ができる。この計測電流には、オートパワーコントロールによるバイアス電流の増分も含まれる。したがて、CPU170は、そのように計測された駆動電流と、D/A変換チャネルDAC1、DAC2を介してトランジスタTr1、Tr2に供給しようとする駆動電流との差分を把握することができる。

#### 《LDの駆動制御データ》

前記LD100に供給すべき変調電流とバイアス電流とを決定するための駆動制御データは、駆動制御データテーブルに格納されている。この駆動制御データテーブルは、所定の目標光出力を得るためにD/A変換チャネルDAC1、DAC2に設定すべきデータを使用環境温度毎に備え、マイクロコンピュータ170のフラッシュメモリ173に形成

される。

第5図には前記駆動制御データテーブルTBLの一例が示される。駆動制御データテーブルTBLは、初期データ領域E<sub>ini</sub>と補正データ領域E<sub>cor</sub>とを有し、各領域E<sub>ini</sub>、E<sub>cor</sub>は温度毎に対応されている。

- 5      初期データ領域E<sub>ini</sub>にはLD100の初期の温度特性に応じた初期データが格納される。初期データは目的とする発光強度を得るためのバイアス電流及び変調電流を温度毎に決定するためのデータであり、例えば0.8mWのような一定の発光強度を得るために必要な初期バイアス電流I<sub>b</sub>(0)のデータ、初期変調電流I<sub>mod</sub>(0)のデータ及びそれらの合計電流（駆動電流）I<sub>d</sub>(0)のデータを、所定の温度毎に保有する。
- 10

前記LD100の駆動電流(I<sub>d</sub>)と発光強度(P<sub>0</sub>)との関係は例えば第6図に示される。同図には、代表的に示された温度T<sub>i</sub>、T<sub>j</sub>、T<sub>k</sub>における、バイアス電流I<sub>b</sub>(T<sub>i</sub>)、I<sub>b</sub>(T<sub>j</sub>)、I<sub>b</sub>(T<sub>k</sub>)と、閾値電流I<sub>th</sub>(T<sub>i</sub>)、I<sub>th</sub>(T<sub>j</sub>)、I<sub>th</sub>(T<sub>k</sub>)と、変調電流I<sub>mod</sub>(T<sub>i</sub>)、I<sub>mod</sub>(T<sub>j</sub>)、I<sub>mod</sub>(T<sub>k</sub>)とが示されている。

- 15      前記バイアス電流は、例えば閾値電流の大凡90%の電流に設定される。第6図より明らかなように、一定発光強度を得ようとするとき、温度が高くなれば、それに従って閾値電流及び変調電流の双方を大きくしなければならぬ。一方、第7図にはLD100の温度特性が示される。同図から明らかなように、温度(T)に対して閾値電流I<sub>th</sub>及び駆動電流I<sub>d</sub>は
- 20      非線形特性を示すため、バイアス電流I<sub>b</sub>及び変調電流I<sub>mod</sub>も同様に、温度(T)に対して非線形に制御する必要がある。特に、温度が高くなるに従って閾値電流I<sub>th</sub>は急激に増大するため、バイアス電流I<sub>b</sub>を温度に対して単に線形的に変化させる制御手法では、バイアス電流を最適に設定することは困難である。すなわち、オートパワーコントロールを行
- 25      っている場合は、温度が変動すると、光強度が一定になるようにLD100の駆動電流が増減するが、閾値電流I<sub>th</sub>の変動に対してバイアス

電流の設定が追従できず、同様に変調電流  $I_{mod}$  も最適値に設定できない。前記光トランシーバ 1 T においては、初期の LD 100 の閾値電流  $I_{th}$  及び駆動電流  $I_d$  に係る温度特性に即した最適なバイアス電流  $I_b(0)$  及び変調電流  $I_{mod}(0)$  のデータを所定の温度毎に前記初期データ領域 E ini に格納しておく。したがって、LD 100 の各温度に対応する初期バイアス電流  $I_b(0)$  及び初期変調電流  $I_{mod}(0)$  のデータを用いて LD 100 を駆動すれば、発光遅延及び消光不良を実質的に解消することができる。

第 5 図に示される前記補正データ領域 E cor には、初期データによって規定されるバイアス電流及び変調電流に重畳される電流を規定する補正データとして差分バイアス電流  $\delta I_b$  のデータ、差分駆動電流  $\delta I_d$  のデータを有する。補正データ領域 E cor に格納される駆動電流  $I_d(t)$  のデータは、前記初期的なバイアス電流  $I_b(0)$  のデータ及び変調電流  $I_{mod}(0)$  のデータで規定される駆動電流  $I_d(0)$  に、差分駆動電流  $\delta I_d$  のデータで規定される電流を重畳した電流を意味するデータである。尚、第 5 図に示された駆動制御データは、便宜上 mA 単位のデータとして図示されているが、実際には、そのような電流値を規定する温度毎のデジタルデータとされる。

第 8 図には一定の温度環境下における LD 100 の駆動電流  $I_d$  に対する発光強度  $P_f$  の寿命劣化前後の関係が示されている。第 8 図において (0) は LD 100 の初期的な  $I_d$ - $P_f$  特性の一例を示し、(t) は所定期間経過後における LD 100 の  $I_d$ - $P_f$  特性の一例を示す。(t) で示される特性は、経年変化によって劣化した特性であり、同一発光強度を得るにはバイアス電流も変調電流も増大させなければならない。経年変化によって特性が (0) から (t) の状態に劣化したとき、同一発光強度を得るには、(0) で示される特性に対して全体の駆動電流を  $\delta I_d$

を増やさなければならない。(0)で示される初期的な特性に対する駆動電流は前記初期データによって決定することができ、特性が劣化したとき、CPU 170は、バイアス電流を $\delta Ib$ 増やし、変調電流を $\delta Id - \delta Ib$ 増やすようにLD 100の駆動電流制御を行なう。LDの特性劣化によるバイアス電流や変調電流の増分を決定するデータが、前記差分電流 $\delta Ib$ ,  $\delta Id$ のデータである。例えば、LD 100の温度が73℃のとき、第5図に示される温度73℃のデータを用いて、特性劣化したLD 100を駆動する場合、 $Ib(0) + \delta Ib$ の値によってバイアス電流を決定し、 $Imod(0) + \delta Id - \delta Ib$ の値によって変調電流を決定する。

第5図に示される初期データ領域E iniには、目的とする発光強度に対応される所定温度毎の電流 $Ib(0)$ ,  $Imod(0)$ ,  $Id(0)$ のデータが初期的に格納される。それら電流 $Ib(0)$ ,  $Imod(0)$ ,  $Id(0)$ のデータは、例えば、前記マイコンインタフェースMCIFを介して外部からダウンロードされ、ダウンロードされたデータをCPU 170による制御でフラッシュメモリ 173に書込むことができる。或いは、マイクロコンピュータの製造工程において、ブートプログラムモードで書込むことも可能である。

第5図に示される補正データ領域E corは当初、“0”のような値に初期化されており、LD 100の劣化の度合いに応じて、CPU 170が補正駆動制御データを演算して格納する。一旦格納された補正駆動制御データはLDの劣化が進行する毎に更新される。

#### 《LDの駆動制御》

前記駆動制御データテーブルを用いたLD 100の駆動制御と補正駆動制御データの生成手順を第9図に基づいて説明する。

パワーオンリセット(S1)の後、CPU 170は、後述の冷却処理を経て、温度検出を行なう(S2)。温度検出は前記A/D変換チャネ

ルADC4を介して温度センサ112による検出データを取得することによって行なわれる。そして、CPU170は、前記検出温度に対応する初期駆動制御データと補正駆動制御データとを駆動制御データテーブルTBLから読み込む(S3)。読み込まれるデータは、前記初期

5 バイアス電流 $I_b(0)$ のデータ、初期変調電流 $I_{mod}(0)$ のデータ、それらを合計した駆動電流 $I_d(0)$ のデータ、差分バイアス電流 $\delta I_b$ のデータ、差分駆動電流 $\delta I_d$ のデータ、駆動電流 $I_d(t)$ のデータとされる。読み込んだデータに基づいてCPU170は、D/A変換チャネルDAC1に $I_b(0) + \delta I_b$ のデータを設定し、トランジスタTr1を介してLD

10 100に供給するバイアス電流制御を行なう(S4)。また、CPU170は、D/A変換チャネルDAC2に $I_{mod}(0) + \delta I_d - \delta I_b$ のデータを設定し、トランジスタTr2を介してLD100に供給する変調電流制御を行なう(S5)。駆動制御データテーブルTBLの補正データ領域Ecorは全ビット"0"のような所定の初期化コードで満たされているから、光伝送制御装置1の使い初めの時点では、 $\delta I_d = 0$ 、 $\delta I_b = 0$ にされている。バイアス電流制御及び変調電流制御が開始されると共にAPC111によるオートパワーコントロールが働くことにより、

15 発光強度一定の制御が行われる。

所定インターバルを経過すると、タイマ割り込みなどにより、CPU

20 170は、前述と同様に温度検出を行ない(S6)、検出温度に対応する欄の $I_d(0)$ と $I_d(t)$ のデータを読み込む。 $I_d(t) = 0$ であれば、 $I_d(0)$ をその検出温度に対応する駆動電流として認識し、 $I_d(t) \neq 0$ であれば、 $I_d(t)$ をその時の検出温度に対する駆動電流として認識する(S7)。このように認識された駆動電流(単に規定駆動電流 $I_{dregu}$ とも称する)は、ステップS2とは異なる温度検出ステップS6で検出された温度に基づくものであるから、雰囲気温度が変わっていれば、前記ステッ

25

ブ S 4, S 5 で設定された駆動電流とは相違することもある。

次いで CPU 170 は、前記ステップ S 4, S 5 による駆動電流制御  
下でオートパワーコントロールされて実際に LD 100 に供給されて  
いる駆動電流を、A/D 変換チャネル ADC 1, ADC 2 を介してトラ  
5     ンジスタ Tr 1, Tr 2 のエミッタ電圧値を取得することによって計測  
する (S 8)。このようにして計測された実際の駆動電流を単にモニタ  
駆動電流 Idmoni と称する。

CPU 170 は、計測されたモニタ駆動電流 Idmoni が前記規定駆動  
電流 Idregu に対して許容範囲 X を越えて増大したか否かを判定する  
10     (S 9)。前記許容範囲 X は、例えばその時の温度における規定駆動電  
流 Idregu に対して、オートパワーコントロールによるバイアス電流の  
増分による消光不良や発光遅延が実質的に問題にならない範囲であり、  
例えば規定駆動電流 Iregu の数%程度の電流である。すなわち、モニタ  
駆動電流 Idmoni が前記規定駆動電流 Idregu に対して許容範囲 X を越え  
15     ているか否かを、LD 100 に無視し得ない特性劣化を生じているか否  
かの判定指標とする。

許容範囲 X を越えていなければ、ステップ S 6 で検出された温度に関  
し、LD 100 には無視し得ない特性劣化が生じていないとみなし、前  
記ステップ S 2 の処理に戻され、再度温度検出を経て、対応する温度の  
20     駆動制御データにて LD 100 の駆動電流制御が更新される。

前記許容範囲 X を越えていることが検出されると、CPU 170 は、  
ステップ S 6 で検出された温度に関し、LD 100 には無視し得ない特  
性劣化が生じているとみなし、ステップ S 10 の処理を行なう。先ず、  
前記ステップ S 8 で取得したモニタ駆動電流 Idmoni のデータを、特性  
25     劣化後の駆動電流 Id(t) のデータとし、モニタ駆動電流 Idmoni と規定  
駆動電流 Idregu との差分データを補正用の差分駆動電流  $\delta Id$  のデータ

とし、また、 $\delta I_d \cdot \alpha$ の演算によって補正用の差分バイアス電流 $\delta I_b$ のデータを取得する。そして、CPU 170は、前記特性劣化後の駆動電流 $I_d(t)$ のデータ、補正用の差分駆動電流 $\delta I_d$ のデータ、補正用の差分バイアス電流 $\delta I_b$ のデータを、ステップS6で検出された温度に  
5 対応される欄の補正データ領域E corに書込む。これにより、ステップS6で検出された温度の欄の補正データ領域E corには、LD 100に生じている無視し得ない特性劣化に応ずる補正データが設定される。

その後、前記ステップS2の処理に戻され、再度温度検出を経て、対応する温度の駆動制御データにてLD 100の駆動電流制御が更新さ  
10 れる。

ここで、ステップS10における前記 $\delta I_b = \delta I_d \cdot \alpha$ の演算式は、実験データより近似的に決定した一例であり、特性劣化後のLD 100の閾値電流を越えず、また、発光遅延が大きくなり過ぎず、しかも発光波形に不所望な変形を生じない範囲で $\alpha$ の値を決定すればよく、例えば、  
15  $\alpha = 0.8$ とすることができる。すなわち、レーザダイオードの特性が劣化していくとき、オートパワーコントロールによる駆動電流の増分 $\delta I_d$ と、バイアス電流の増分 $\delta I_b$ との関係につき、本発明者が検討したところ、実験により、第10図に示される傾向を得ることができた。これに基づいて、前記計測された駆動電流の増分 $\delta I_d$ を1よりも小さな  
20 定数 $\alpha$ 倍し、これによって得られた値をバイアス電流の増分 $\delta I_b$ とし、前記計測された駆動電流の増分 $\delta I_d$ と前記バイアス電流の増分 $\delta I_b$ との差を変調電流の増分とすれば、レーザダイオードの劣化の進行に応じて、一定発光強度を得るための駆動電流の増加分が漸次増大するという傾向によく適合することが明らかにされた。したがって、駆動電流の増  
25 分の許容範囲を前述の数%程度の電流値とし、前述のように、レーザダイオードの劣化の進行度合に応じて補正データを更新するという手法



が採用されている場合には、補正データの演算が極めて簡単になり、しかも実用に耐え得る精度を保証することができる。

第 11 図には LD の特性劣化を考慮した上記駆動制御内容を LD の劣化の進行に即して示してある。第 11 図は表示形式を簡単にするために LD 100 の温度は一定の温度に着目したものとされる。光伝送装置の稼動当初は LD の実質的な特性劣化はないから、LD 100 は実質的に初期バイアス電流  $I_b(0)$  のデータ及び初期変調電流  $I_{mod}(0)$  のデータによって駆動される (T1)。そして前記  $I_{dmoni} - I_{dregu} > X$  によって、顕在化された LD 100 の劣化が検出されると (T2)、前述のようにして駆動電流  $I_d(t)$ 、差分電流  $\delta I_d$ 、差分バイアス電流  $\delta I_b$  に関する補正データが駆動制御データテーブル TBL の対応する温度欄に登録される (T3)。補正データが登録された温度下での LD 100 は、 $I_b(0) + \delta I_b$  によってバイアス電流制御され、 $I_{mod}(0) + \delta I_d - \delta I_b$  で変調電流制御される (T4)。更に LD の劣化が進行すると、前記  $I_{dmoni} - I_{dregu} > X$  により LD 100 の劣化が検出される (T5)。このときの  $I_{dregu}$  は、T4 における駆動電流制御と同様に、補正データを考慮して決定される。したがって、次の T6 で求められる、駆動電流  $I_d(t)$ 、差分電流  $\delta I_d$ 、差分バイアス電流  $\delta I_b$  に関する補正データは、それまでに用いられている補正データを考慮して決定される。このようにして求められた駆動電流  $I_d(t)$ 、差分電流  $\delta I_d$ 、差分バイアス電流  $\delta I_b$  に関する新たな補正データは駆動制御データテーブル TBL の対応する温度欄に登録され、補正データが更新される (T6)。以下、LD 100 の劣化が特定の限界値に達するまで T4 ~ T6 が繰り返され、その度に、補正データが更新されていく。尚、LD 100 の劣化の限界値は、バイアス電流が  $I_b(0)$  のデータで決まる電流値の 2 倍になつとき、と

いように定義でき、その状態は、A/D 変換チャンネル ADC1 を介し

てサンプリングしたバイアス電流のデータと  $I_b(0)$  のデータとを比較することによって簡単に把握することができる。

- 特性劣化を考慮した LD 100 の駆動制御手法によれば、検出温度に対応した駆動制御データを用いて LD 100 の駆動電流を制御する。LD 100 の劣化判定に当たって、更に LD 100 周囲の温度を計測し、新たに計測された温度に応ずる駆動制御データによって規定される駆動電流とオートパワーコントロールによって形成されている実際の駆動電流との差分  $\delta I_d$  が許容値を越えているか否かを判定し、越えている場合に、LD 100 の劣化が進行していると判定する。したがって、オートパワーコントロールによる駆動電流の増加が、LD 100 の劣化によるものか、周囲温度の変化によるものかは、確実に区別される。LD 100 の劣化判定に用いた前記駆動電流の差分  $\delta I_d$  に基づいて、当該温度に対応する駆動制御データを更新する。駆動制御データが更新された後は、当該更新された駆動制御データを用いて LD 100 の駆動電流を制御する。これにより、周囲温度の変化及び経年変化による LD 100 の特性劣化の双方に対して、消光不良及び発光遅延を最小限に抑えて光出力を一定に維持することができる。

#### 《波長変動の緩和》

- LD 100 の駆動電流は特性劣化が進行するにしたがって増大される。駆動電流の増大は温度上昇を引き起こす。レーザダイオードにおいて、 $1^{\circ}\text{C}$  の温度変化に対する波長変動は通常  $0.07\text{ nm}$  であること、バイアス電流が  $30\text{ mA}$  増加する毎に波長が  $0.1\text{ nm}$  程度変動することが知られている。波長多重伝送や高速光伝送においては、波長変動を厳しく制御することが要求される。この要求を満足するために、第 3 図の光伝送装置には、ベルチェ素子などの冷却素子 200 と、冷却用ドライバ 201 と、冷却用ドライバ 201 に駆動データを供給する D/A 変

換チャンネルDAC3とを付加することができる。

波長変動を緩和するための構成が付加される場合、CPU170は第9図に示される冷却処理を行なう。冷却処理の詳細な一例は第12図に示される。冷却処理においては、前記ステップS6、S7、S8と同様の、温度検出処理(S11)、規定駆動電流Idreguの認識処理(S12)及びモニタ駆動電流Idmoniの取得処理(S13)が行なわれる。そして規定駆動電流Idreguとモニタ駆動電流Idmoniとの差分が所定値Yを超えたか否かの判定が行なわれる(S14)。ここで、0.1nm以上の波長変動を緩和したいとするなら、0.1nmの波長変動は駆動電流の増分が30mA程度で生じ、それはLD100の約1.4℃の温度上昇に対応されるから、前記値Yは、例えば15mA又は30mA等を意味する値とすることができる。ステップS14の判定結果が値Yを超えている場合には、LD100の温度を所定温度低下させるための冷却用駆動データをD/A変換チャンネルDAC3を介して冷却用ドライバ201にロードして冷却素子200を動作させる。例えば値Yが15mAに相当する値ならば、LD100の温度を0.7℃低下させ、値Yが30mAに相当する値ならば、LD100の温度を1.4℃低下させる制御を行なう。

LD100の特性劣化による駆動電流の増大に対し、冷却による波長変動の緩和と、駆動制御データの補正処理とは、相互に独立的に行なわれる。

以上本発明者によってなされた発明を実施例に基づいて具体的に説明したが本発明はそれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。

例えば、光伝送装置1が出力すべき発光出力は、それが置かれている通信環境に従って物理的に決定する性質のものであり、例えば、CPU

170の動作プログラム、又は外部からの指示、或いはディップスイッチのような回路からの信号によってCPU170に通知することができる。駆動制御データテーブルが保持する駆動制御データが対応する発  
光強度と、指示された発光強度とが相違する場合、駆動制御データテー  
5 ブルの駆動データを、双方のデータの比率に応じた比率倍して用いるこ  
とができる。

初期駆動制御データは、光トランシーバ1Tを実際に動作させ、実際に  
レーザダイオードに流れる電流の計測結果に基づいて生成すること  
ができる。このような生成手法を用いれば、レーザダイオードの温度特  
10 性とLDドライバのトランジスタの温度特性の相違が考慮された初期  
駆動制御データを得ることができる。

また、光伝送装置は第2図で説明したインタフェースボードの態様に  
限定されない。例えば、光トランシーバをケーシングに内蔵した光トラ  
ンシーバモジュール若しくは光伝送モジュールとしての形態も採り得  
15 る。また、LDの駆動データ設定処理（第9図のS2～S5）と、LD  
の特性劣化に応じたデータ補正処理（第9図のS6～S10）と、冷却  
処理との順番は第9図に限定されない。

#### 産業上の利用可能性

20 本発明は、電話やISDNの加入者系に光ファイバーを導入したPDS  
(Passive Double Star)等の光伝送システム、更にはATM-LAN  
(Asynchronous Transfer Mode - Local Area Network)等に広く適  
用することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. レーザダイオードと、前記レーザダイオードにバイアス電流と当該  
バイアス電流に重畳される変調電流とを駆動電流として供給する電  
5 流供給回路と、前記レーザダイオードの発光強度が一定になるように  
前記駆動電流の不足を補う自動光出力制御回路と、前記レーザダイ  
オードの周囲温度を検出する温度検出回路と、所定の発光強度を得るの  
に必要な変調電流とバイアス電流とを決定するための駆動制御デー  
10 タが所定の温度毎に格納される記憶手段と、前記温度検出回路で検出  
された温度に対応する駆動制御データを前記記憶手段から取得し、取  
得した駆動制御データに基づいて前記電流供給回路からレーザダイ  
オードに供給すべき駆動電流を制御し、また、前記自動光出力制御回  
路によって発光強度一定にされたレーザダイオードに実際に供給さ  
15 れる駆動電流を計測すると共に、計測された駆動電流とその時の検出  
温度に応ずる駆動制御データによって決まる駆動電流との差分が許  
容範囲を越えるか否かを検出し、許容範囲を越えたとき、前記駆動電  
流の差分をバイアス電流と変調電流の夫々の増分として規定するよ  
うに前記記憶手段上の当該温度に係る駆動制御データを更新する制  
御手段と、を含んで成るものであることを特徴とする光伝送装置。
- 20 2. 前記駆動制御データは、バイアス電流と変調電流とを所定の温度毎  
に初期的に決定するための初期データと、後から初期データに追加さ  
れる補正データとから成り、前記補正データは、前記駆動電流の差分  
をバイアス電流と変調電流との夫々の増分として規定するためのデ  
ータであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光伝送装置。
- 25 3. 前記制御手段は、前記駆動電流の差分データと、当該駆動電流の差  
分を1よりも小さな定率倍して得られた値をバイアス電流の増分デ

- ータとして前記補正データに含め、前記初期データと補正データとからレーザダイオードの駆動電流を決定するとき、初期データに含まれる初期的なバイアス電流データと補正データに含まれるバイアス電流の増分データとの和によってバイアス電流を決定し、前記補正データに夫々含まれる駆動電流の差分データとバイアス電流の増分データとの差に前記初期データに含まれる初期的な変調電流データを加算して変調電流を決定するものであることを特徴とする請求の範囲第2項記載の光伝送装置。
4. 前記制御手段は中央処理装置とその動作プログラムを格納したプログラムメモリを含み、前記記憶手段は前記中央処理装置によってアクセス可能にされた電氣的に書き換え可能は不揮発性半導体記憶装置であることを特徴とする請求の範囲第3項記載の光伝送装置。
5. 前記レーザダイオードを選択的に冷却可能な冷却素子を更に設け、前記制御手段は、駆動制御データによって規定される駆動電流に対して前記駆動電流の差分が所定値に達する毎に、前記冷却素子にてレーザダイオードの周辺温度を所定温度つつ低下させるものであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光伝送装置。
6. レーザダイオードにバイアス電流と当該バイアス電流に重畳される変調電流とを駆動電流として供給する電流供給回路と、前記レーザダイオードの発光強度が一定になるように前記駆動電流の不足を補う自動光出力制御回路と、前記レーザダイオードの周囲温度を検出する温度検出回路と、所定の発光強度を得るのに必要な変調電流とバイアス電流とを初期的に決定するための初期駆動制御データが所定の温度毎に格納された記憶手段と、レーザダイオードを駆動制御する制御手段とを含む光伝送装置におけるレーザダイオードの駆動方法であって、

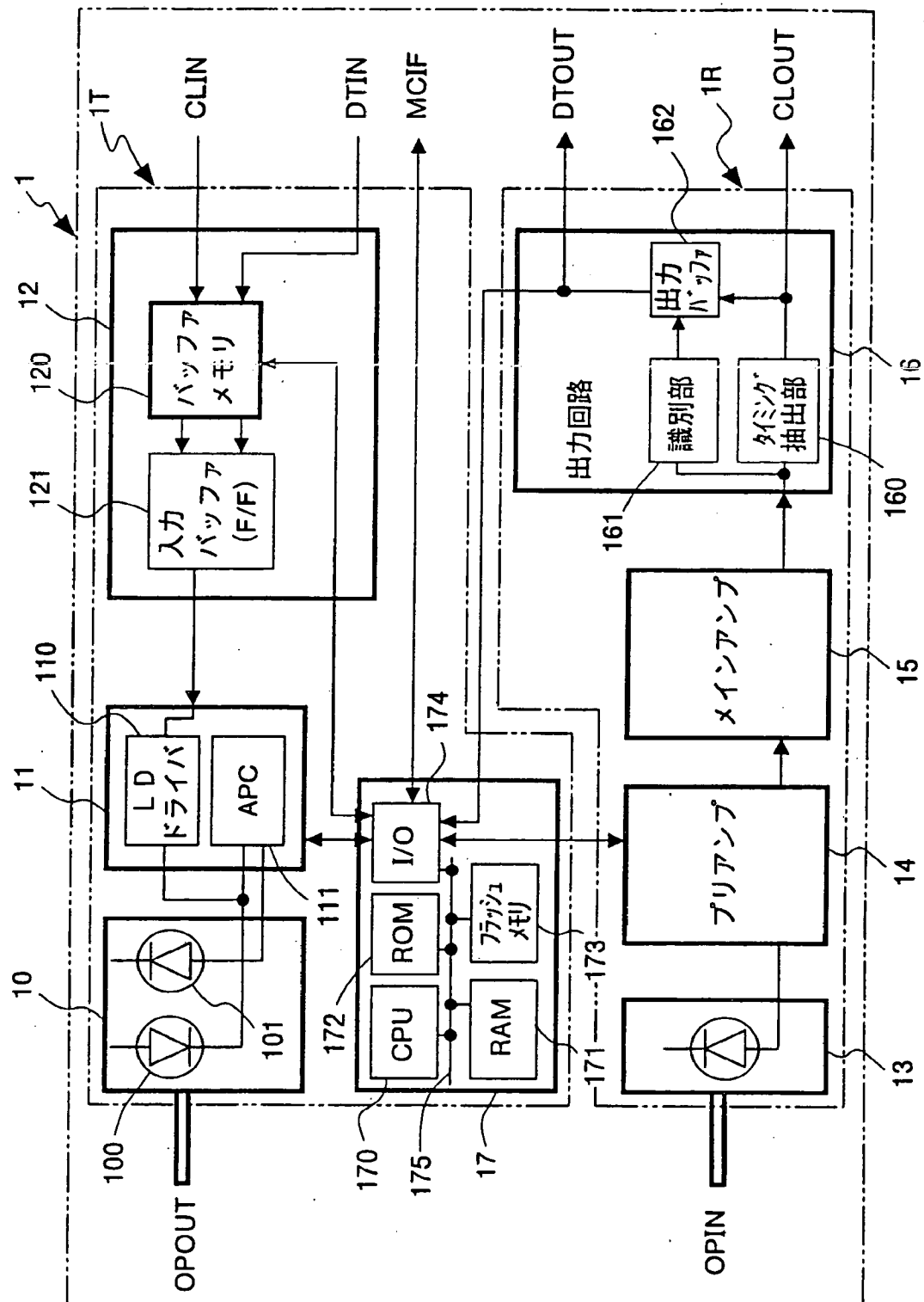
- 前記温度検出回路でレーザダイオードの周囲温度を検出する第 1 処理と、第 1 処理で検出された温度に対応する駆動制御データを前記記憶手段から取得する第 2 処理と、第 2 処理にて取得した駆動制御データに基づいて前記電流供給回路からレーザダイオードに供給すべき駆動電流を制御する第 3 処理と、前記自動光出力制御回路によって発光強度一定にされたレーザダイオードに実際に供給される駆動電流を計測する第 4 処理と、前記温度検出回路でレーザダイオードの周囲温度を検出する第 5 処理と、第 5 処理で検出された温度に対応される駆動制御データで決まる駆動電流と前記第 4 処理で計測された駆動電流との差分が許容範囲を越えるか否かを検出する第 6 処理と、第 6 処理で許容範囲の超過を検出したとき前記駆動電流の差分をバイアス電流と変調電流の夫々の増分として規定するように前記記憶手段上の当該温度に係る駆動制御データを更新する第 7 処理と、前記温度検出回路でレーザダイオードの周囲温度を検出する第 8 処理と、第 8 処理で検出された温度に対応する更新された駆動制御データを前記記憶手段から取得する第 9 処理と、第 9 処理にて取得した更新された駆動制御データに基づいて前記電流供給回路からレーザダイオードに供給すべき駆動電流を制御する第 10 処理とを含むことを特徴とするレーザダイオードの駆動方法。
7. 前記駆動制御データは、バイアス電流と変調電流とを所定の温度毎に初期的に決定するための初期データと、前記第 7 処理にて後から初期データに追加される補正データとから成り、前記補正データは、前記駆動電流の差分をバイアス電流と変調電流との夫々の増分として規定するためのデータであることを特徴とする請求の範囲第 6 項記載のレーザダイオードの駆動方法。
8. 前記第 7 処理は、前記駆動電流の差分データと、当該駆動電流の差

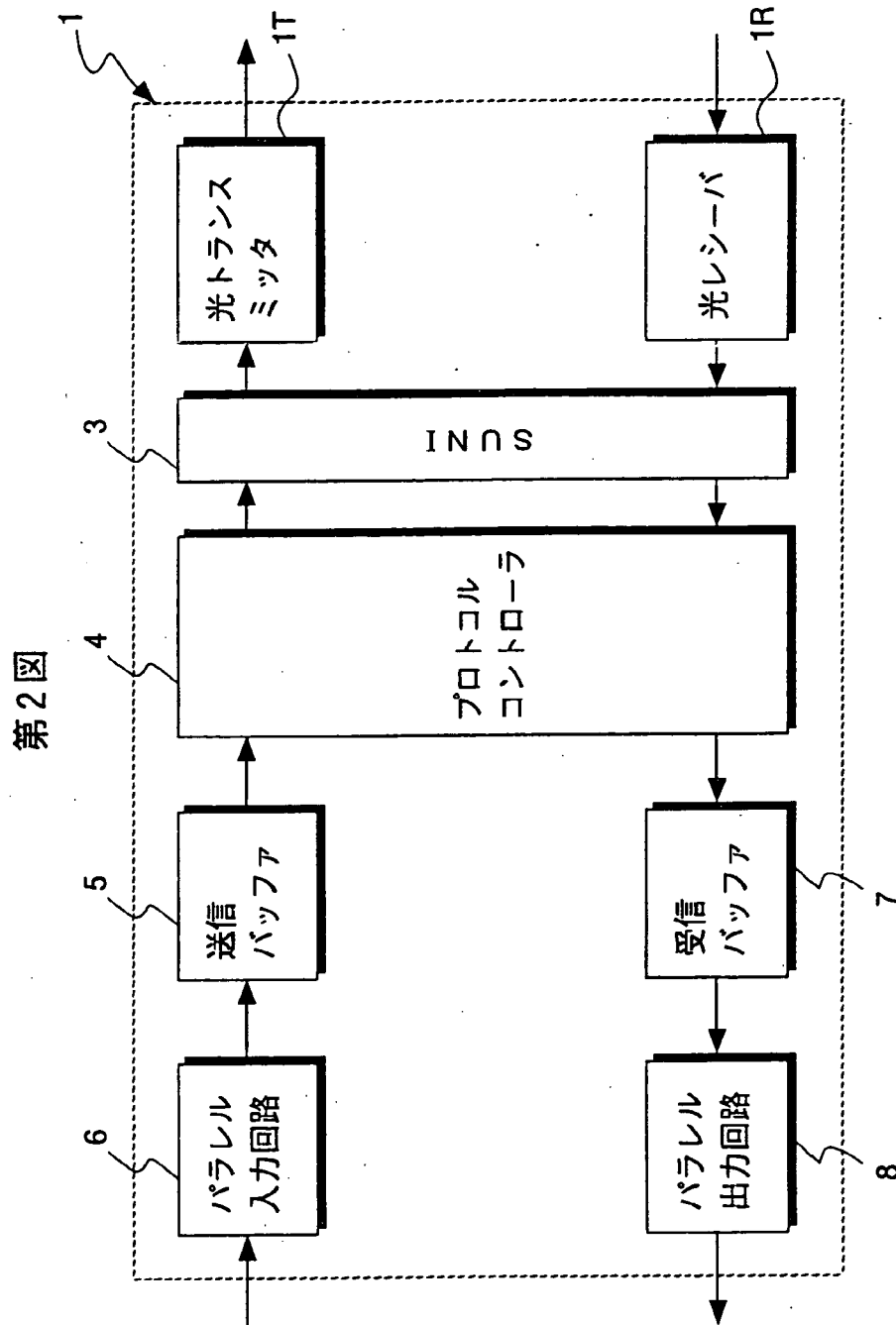
分を1よりも小さな定率倍して得られた値をバイアス電流の増分データとして前記補正データに含める処理を含み、

- 5 前記第10処理は、初期データに含まれる初期的なバイアス電流データと補正データに含まれるバイアス電流の増分データとの和によってバイアス電流を決定し、前記補正データに夫々含まれる駆動電流の差分データとバイアス電流の増分データとの差に前記初期データに含まれる初期的な変調電流データを加算して変調電流を決定することを特徴とする請求の範囲第7項記載のレーザダイオードの駆動方法。

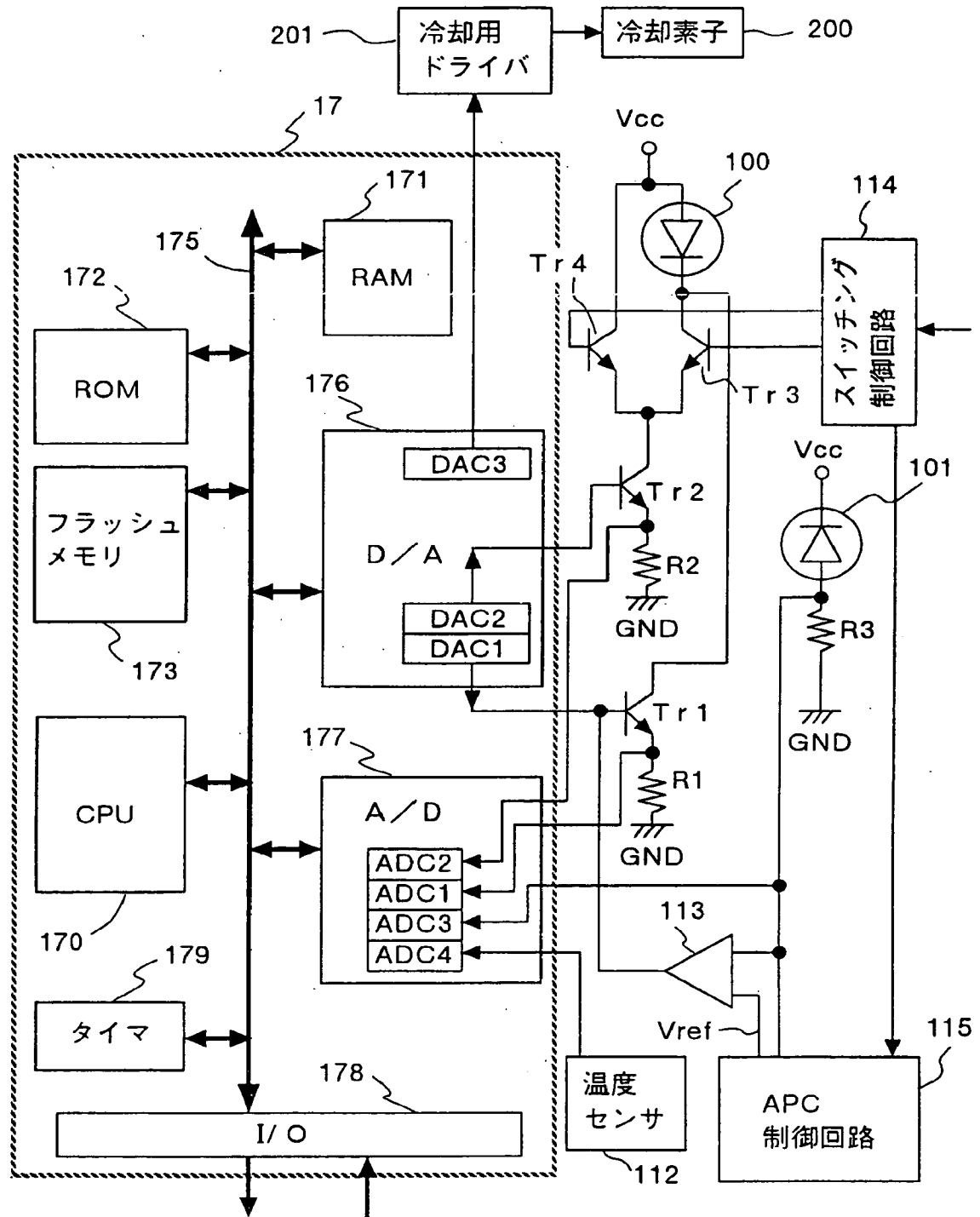


第1図

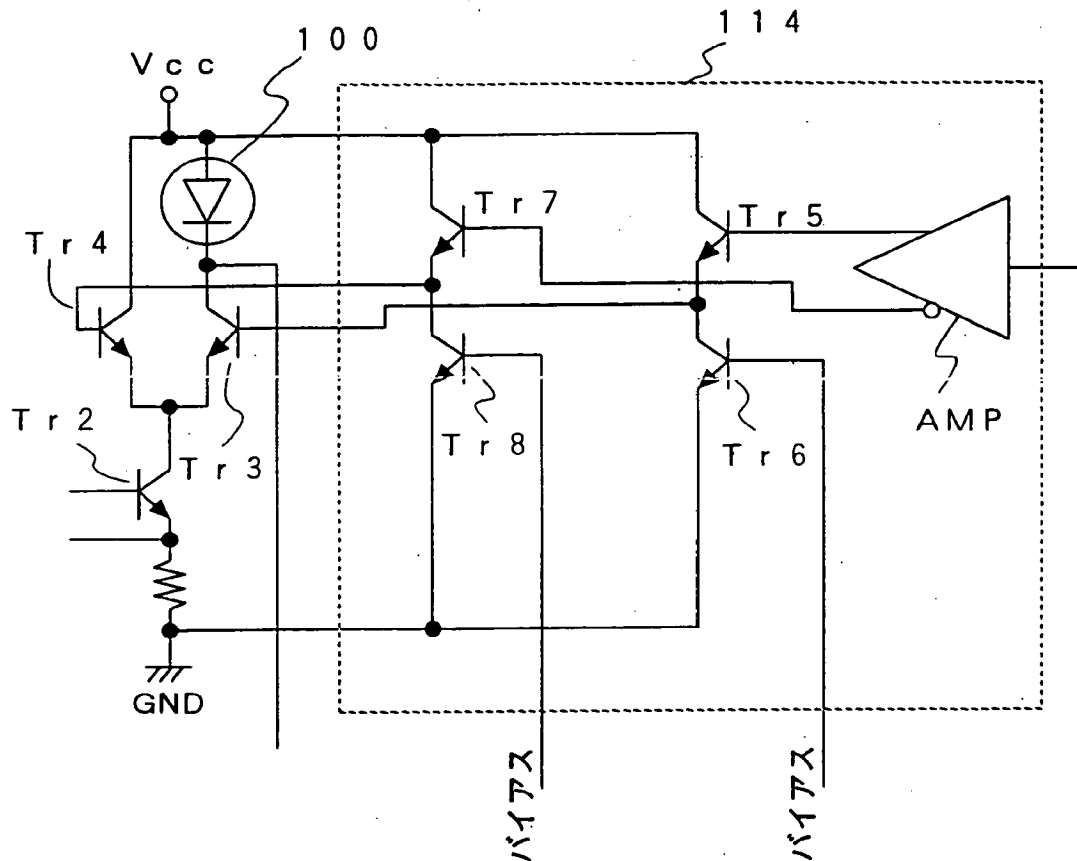




第3図



第4図

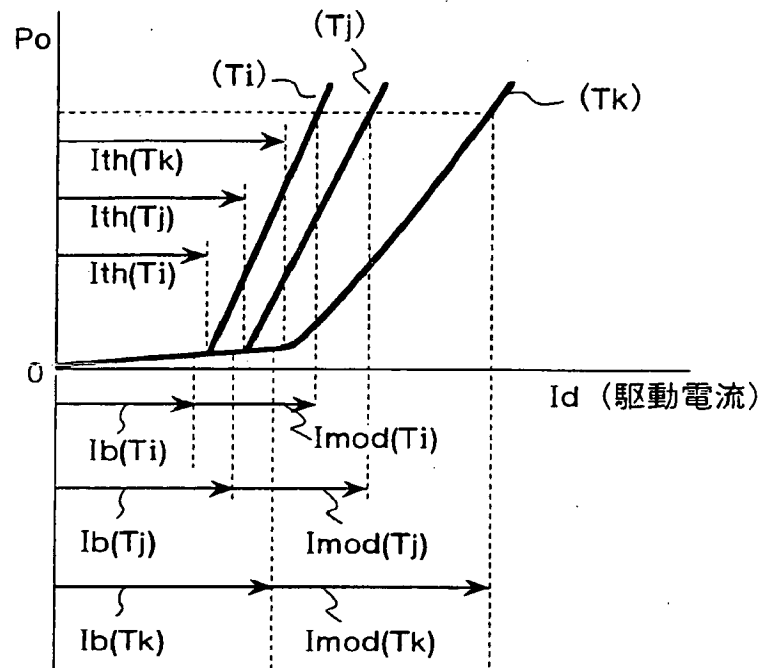


第5図

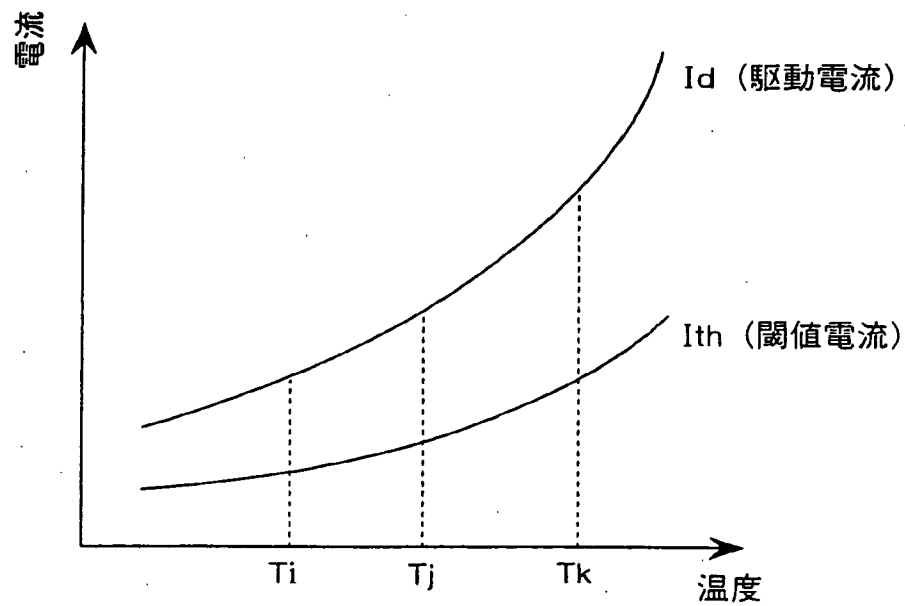
| 温度<br>(°C) | Eini          |                              |                            | Ecor                       |                          |                          |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|            | Ib(0)<br>(mA) | I <sub>mod</sub> (0)<br>(mA) | I <sub>d</sub> (0)<br>(mA) | I <sub>d</sub> (t)<br>(mA) | Δ I <sub>d</sub><br>(mA) | Δ I <sub>b</sub><br>(mA) |
| 70         | 25.0          | 19.5                         | 44.5                       |                            |                          |                          |
| 71         | 25.5          | 19.7                         | 45.2                       |                            |                          |                          |
| 72         | 26.0          | 20.1                         | 46.1                       |                            |                          |                          |
| 73         | 26.6          | 20.4                         | 47.0                       | 55.6                       | 8.6                      | 6.0                      |
| 74         | 27.2          | 20.7                         | 47.9                       |                            |                          |                          |
| ⋮          | ⋮             | ⋮                            | 48.9                       |                            |                          |                          |
| ⋮          | ⋮             | ⋮                            | ⋮                          |                            |                          |                          |

TBL

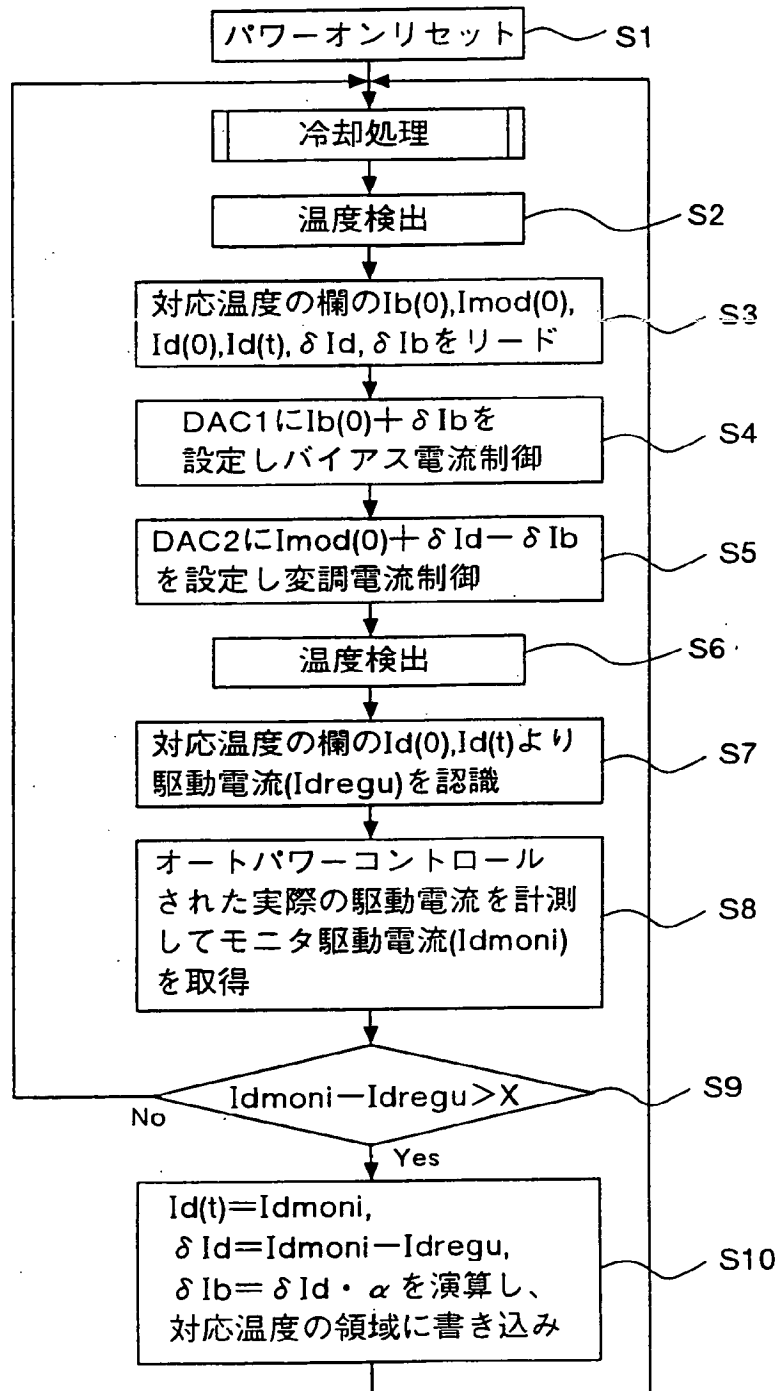
第 6 図



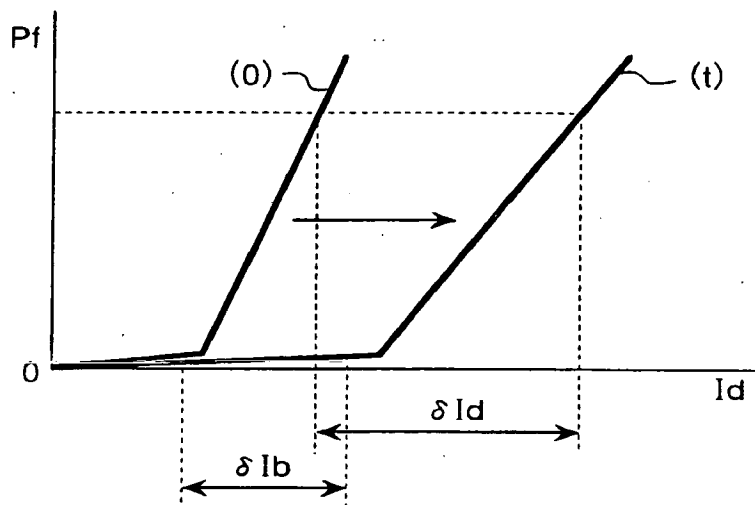
第 7 図



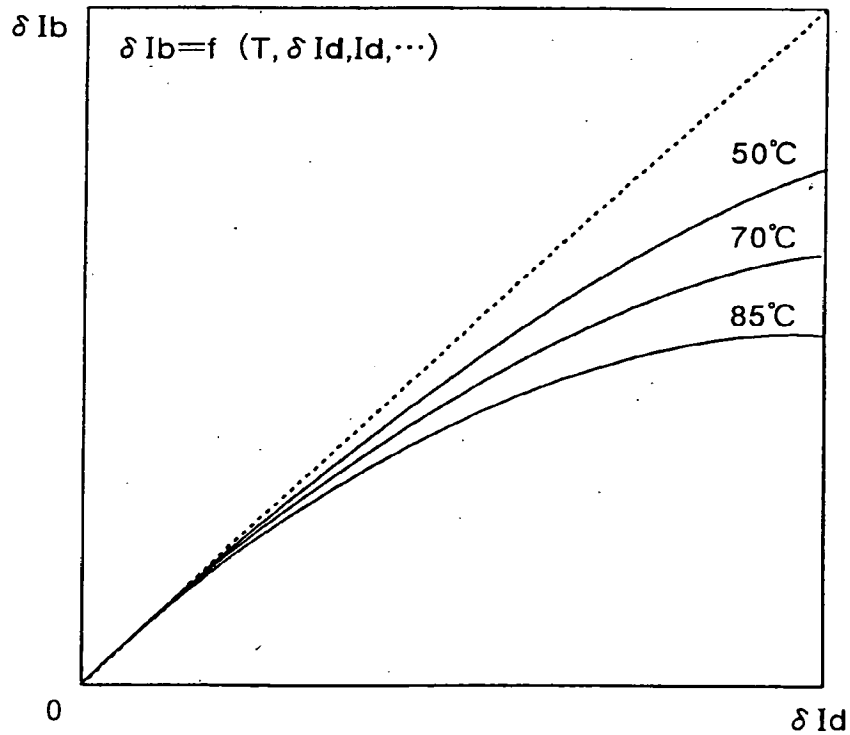
第9図



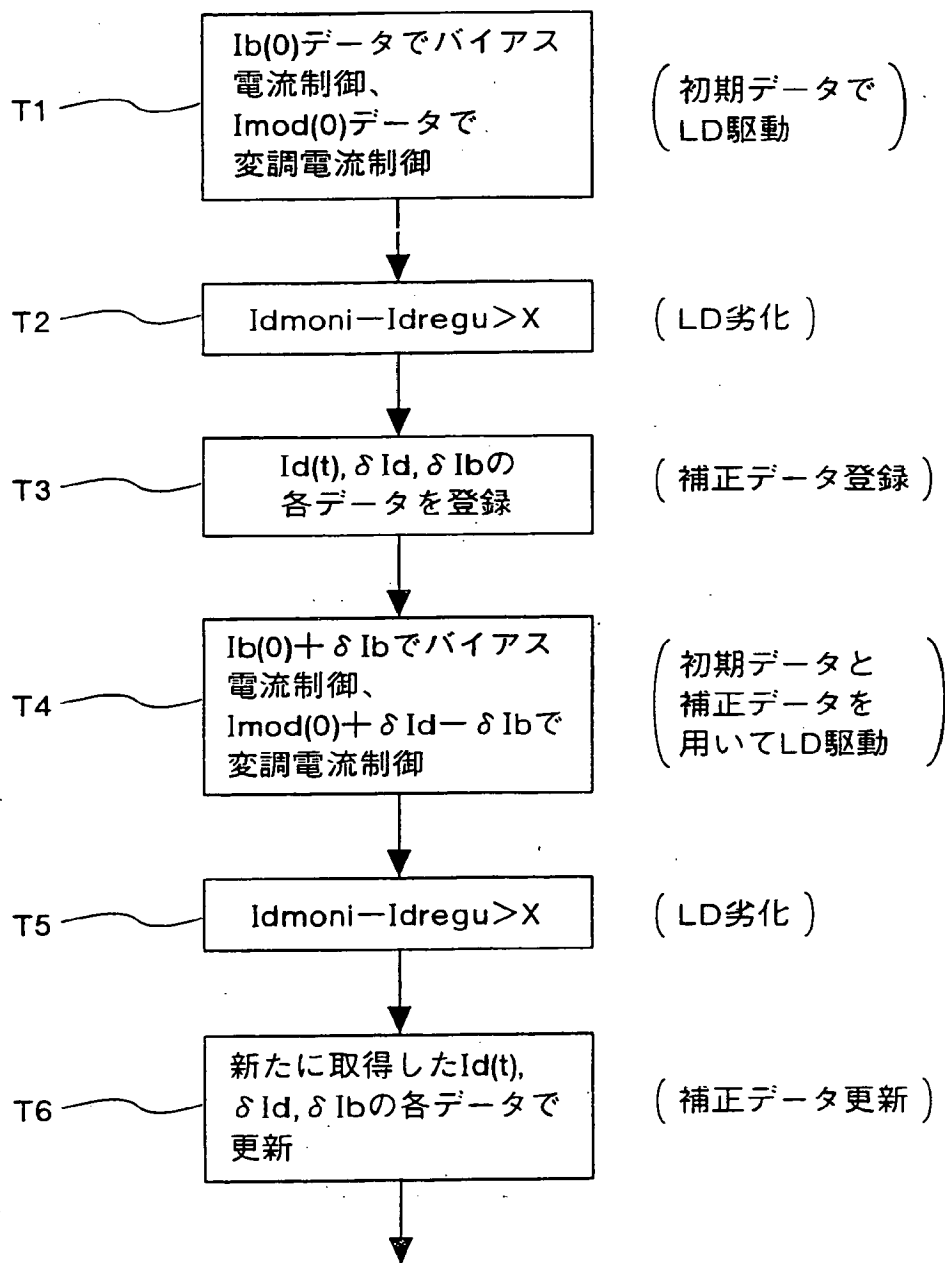
第 8 図



第 10 図

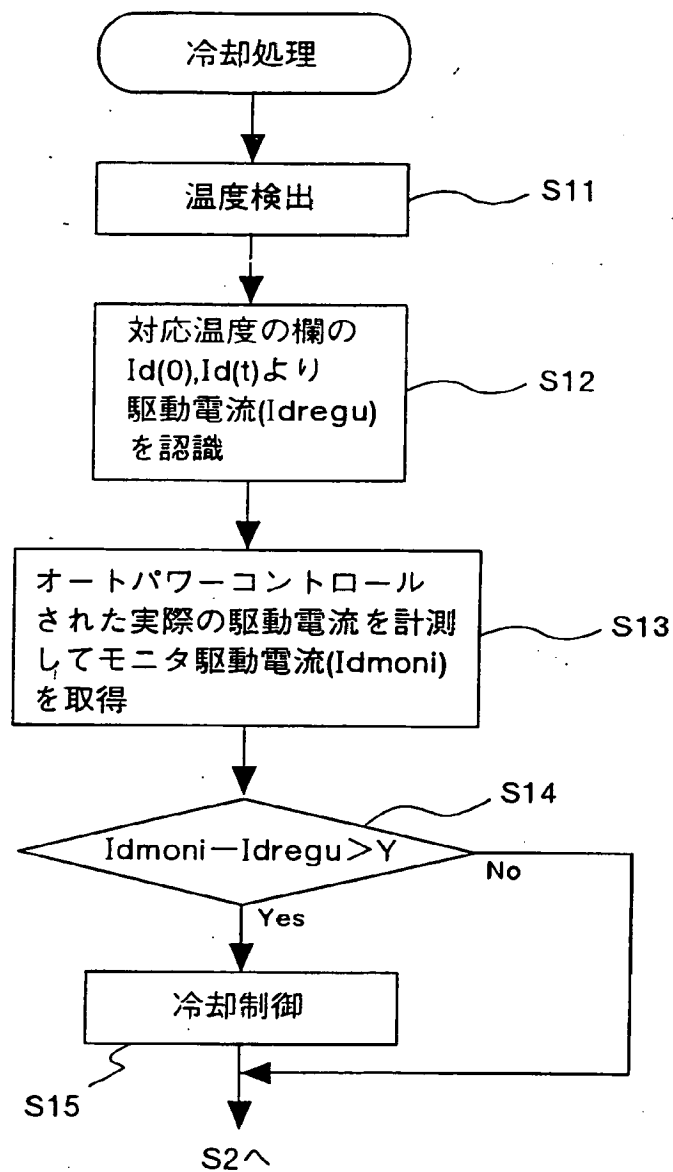


## 第 1 1 図





第 1 2 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/03260

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> H01S3/133

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> H01S3/133

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| Jitsuyo Shinan Koho        | 1926 - 1997 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho  | 1971 - 1997 |
| Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994 - 1997 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | JP, 04-152582, A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>May 26, 1992 (26. 05. 92),<br>Page 3, lower right column, line 13 to page 4,<br>upper left column, line 7 (Family: none) | 1                     |
| A         | JP, 09-214043, A (NEC Corp.),<br>August 15, 1997 (15. 08. 97),<br>Par. Nos. (0011) to (0017) (Family: none)   | 1                     |
| A         | JP, 07-221369, A (Idec Izumi Corp.),<br>August 18, 1995 (18. 08. 95),<br>Par. Nos. (0013) to (0021) (Family: none)  | 1                     |
| A         | JP, 07-147443, A (Matsushita Electric<br>Industrial Co., Ltd.),<br>June 6, 1995 (06. 06. 95),<br>Par. Nos. (0003) to (0006) (Family: none)                                | 1                     |
| A         | JP, 06-045672, A (NEC Corp.),<br>February 18, 1994 (18. 02. 94),<br>Par. Nos. (0005) to (0007) (Family: none)   | 1                     |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

December 5, 1997 (05. 12. 97)

Date of mailing of the international search report

December 16, 1997 (16. 12. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

|  |   |  |                                      |
|--|---|--|--------------------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  |   |  |                                      |
| Int. Cl. <sup>8</sup> H01S 3/133   |   |  |                                      |
| B. 調査を行った分野  |   |  |                                      |
| 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))   |   |  |                                      |
| Int. Cl. <sup>8</sup> H01S 3/133   |   |  |                                      |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの   |   |  |                                      |
| 日本国実用新案公報 1926-1997<br>日本国公開実用新案公報 1971-1997<br>日本国登録実用新案公報 1994-1997  |   |  |                                      |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  |   |  |                                      |
| C. 関連すると認められる文献  |   |  |                                      |
| 引用文献の<br>カテゴリー*  | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号   |                                      |
| A  | J P, 04-152582, A (三菱電機株式会社),<br>26. 5月. 1992 (26. 05. 92),<br>第3頁, 右下欄, 13行目-第4頁, 左上欄, 7行目,<br>(ファミリーなし) | 1  |                                      |
| A  | J P, 09-214043, A (日本電気株式会社),<br>15. 8月. 1997 (15. 08. 97),<br>段落番号【0011】-段落番号【0017】,<br>(ファミリーなし)        | 1  |                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。  |   |  |                                      |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br>「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 |   | の日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |                                      |
| 国際調査を完了した日<br>05. 12. 97   |   | 国際調査報告の発送日<br>16 December 1997 (16.12.97)  |                                      |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号   |   | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>吉野 三寛 印  | 2K 9010<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3255 |

| C (続き). 関連すると認められる文献 |  |                  |
|----------------------|--|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*      | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| A                    | J P, 07-221369, A (和泉電気株式会社),<br>18. 8月. 1995 (18. 08. 95),<br>段落番号【0013】-段落番号【0021】,<br>(ファミリーなし) | 1                |
| A                    | J P, 07-147443, A (松下電器株式会社),<br>06. 6月. 1995 (06. 06. 95),<br>段落番号【0003】-段落番号【0006】,<br>(ファミリーなし) | 1                |
| A                    | J P, 06-045672, A (日本電気株式会社),<br>18. 2月. 1994 (18. 02. 94),<br>段落番号【0005】-段落番号【0007】,<br>(ファミリーなし) | 1                |